

УДК 622.7: 622.343

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ ИЗ ДРЕВНЕЕГИПЕТСКИХ ШЛАКОВ МЕДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОЛИНЫ ТИМНА (ИЗРАИЛЬ)**Кыласов Ф.А.,****научный руководитель ассистент Миронкина Н.В.*****Сибирский Федеральный Университет***

Медь была первым металлом, на земле который начал обрабатывать и использовать человек в целях изготовления инструментов, оружия, домашней утвари, украшений и религиозных принадлежностей. В долине Тимна, на территории современного Израиля обнаружены следы добычи и извлечения металлической меди из окисленных руд. Вначале плавку проводили, загружая на раскаленные угли куски руды. Затем стали делать кучи, складывая послойно древесный уголь и руду. Позднее слой угля и руды начали помещать в ямы, подавая воздух для горения топлива по деревянным трубкам, заложенным в борта ямы. Полученный в яме слиток (крицу) меди по окончании плавки вынимали и проковывали. Высоту стен постепенно увеличивали, что привело к появлению первых металлургических печей с вертикальным рабочим пространством. Такие печи являлись прототипом шахтных печей; они получили название домниц. Домницы в отличие от ям выдавали медь и получающийся шлак в жидком виде. Шлак от пирометаллургической переработки содержит значительное количество меди (до 5 %). Современные методы переработки позволяют извлекать медь из таких богатых продуктов.

Многие проблемы пирометаллургического производства меди в т.ч. экологическая, из-за повышенной тепло-, пыле- и газоотделения, устраняются при использовании гидрометаллургической технологии. Она включает селективное выщелачивание меди из сырья, чаще всего раствором H_2SO_4 или NH_3 ; очистку раствора от примесей и выделение меди. Гидрометаллургический способ получения меди оказывается наиболее экономичным для переработки руд с низким содержанием меди в форме окисдных соединений, особенно при высокой стоимости топлива и флюсов и их большом расходе. Только этим способом можно извлекать медь из отвалов вскрышных пород и рудных тел, законсервированных подземных рудников.

Рентгенофазовый анализ образца медьсодержащего шлака древнеегипетских рудников показал наличие следующих соединений: кварц (28,7 %), диопсид (25,3 %), фаялит (43,7 %), куприт, хризокolla, малахит, магнетит, кальцит. Количественный анализ определил следующий состав шлака, %: 38 O; 4,6 Fe; 40 Si; 7 Ca; 3,4 Cu; 3,3 Mn; 1,7 Al; 1 K; 0,6 Mg; 0,5 Ba. Медь в шлаке представлена окисленной формой.

На основании литературных данных выбрано 2 способа перевода меди в раствор: сернокислотное и аммиачное выщелачивание. Первоначально для выделения меди из шлака был использован метод сернокислотного выщелачивания. Выщелачивание вели раствором серной кислоты ($20 - 50 \text{ г/дм}^3$) при отношении Ж:Т=5 и температуре 50°C . Процесс проводили при постоянном перемешивании со скоростью 750 об/мин с помощью магнитной мешалки. Периодически отбирали пробу осветленного раствора для определения в нем концентрации серной кислоты и меди. На рисунке 1 представлена зависимость извлечения меди в раствор от продолжительности выщелачивания.

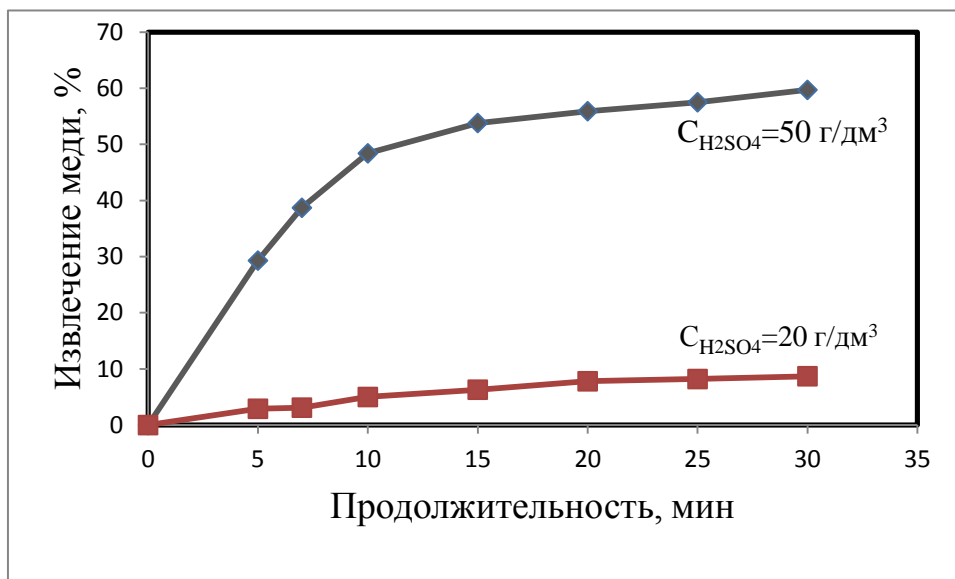


Рисунок 1 – Зависимость извлечения меди от длительности сернокислотного выщелачивания

Технологическая схема процесса представлена на рисунке 2.

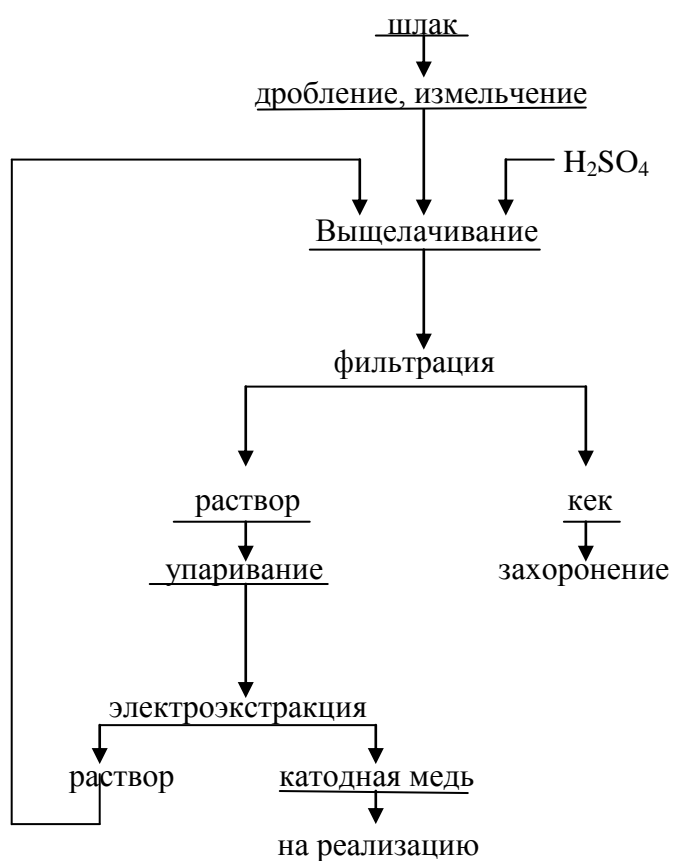


Рисунок 2 – Технологическая схема извлечения меди из шлаков.

При концентрации H_2SO_4 50 г/дм^3 , отношении Ж:Т=5, температуре 50°C и продолжительности выщелачивания 0,5 ч концентрация меди в растворе достигает 4

г/дм³, а остаточная концентрация H_2SO_4 – 30 г/дм³. Растворы такого состава целесообразно накапливать в открытых емкостях, футерованных пластиком и упаривать естественным образом в 4 – 5 раз.

Затем растворы после фильтрации направляются на электроэкстракцию с нерастворимым анодом до остаточной концентрации меди 0,2 – 0,5 г/л. Раствор с регенерированной серной кислотой после разбавления вновь поступает в цикл выщелачивания.

Использование растворов аммиака для выщелачивания меди из шлаков показало значительно худшие результаты. Извлечение меди не превышало 7 %.